

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Теплоенергетичний факультет

Кафедра автоматизації проектування енергетичних процесів і систем

До захисту допущено
Завідувач кафедри

О.В. Коваль

(підпис)

(ініціали, прізвище)

“ ” 2019р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття ступеня бакалавра

з напрямку підготовки 6.050101 “Комп’ютерні науки”

на тему: «Система моніторингу забруднення водної акваторії в результаті аварій на енергетичних об’єктах»

Виконав: студент IV курсу, групи ТМ-51

Павліченко Віталій Олександрович

(прізвище, ім’я, по батькові)

(підпис)

Керівник доктор технічних наук, професор, Бадаєв Ю. І.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант

(назва розділу)

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій дипломній роботі немає
запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент

(підпис)

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”**

Факультет теплоенергетичний

Кафедра автоматизації проектування енергетичних процесів і систем

Рівень вищої освіти перший рівень

Напрямок підготовки 6.050101 “Комп’ютерні науки”

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
О.В. Коваль
(підпис)
” ” _____ 2019р.

ЗАВДАННЯ
на дипломну роботу студенту
Павліченку Віталію Олександровичу
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема роботи: «Система моніторингу забруднення водної акваторії в результаті аварій на енергетичних об’єктах»

керівник роботи Бадаєв Юрій Іванович, доктор технічних наук, професор
(прізвище, ім’я, по батькові науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом вищого навчального закладу від ” ” 201__р. №

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи мова програмування C#, середовище Visual Studio 2017, фреймворк ASP.NET MVC

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) проаналізувати основи моніторингу забруднення водних об’єктів, розробити програмний засіб для моніторингу забруднення водної акваторії в результаті аварій на енергетичних об’єктах

5. Перелік ілюстративного матеріалу архітектура системи, графічне представлення інтерфейсу, приклади роботи програмного модулю

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання ”__” _____ 2018 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітки
1.	Затвердження теми роботи	09.10.18	
2.	Вивчення та аналіз задачі	05.02 – 11.02.19	
3.	Розробка архітектури та загальної структури системи	11.02 – 16.02.19	
4.	Розробка структур окремих підсистем	17.02 – 26.02.19	
5.	Програмна реалізація системи	27.02 – 27.03.19	
6.	Оформлення пояснювальної записки	01.04 – 04.05.19	
7.	Захист програмного продукту	27.05.19	
8.	Передзахист	29.05.19	
9.	Захист		

Студент _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

Павліченко В. О.
(прізвище та ініціали,)

Бадаєв Ю. І.
(прізвище та ініціали,)

АНОТАЦІЯ

Дипломну роботу виконано на 54 аркушах, вона містить 2 додатки та перелік посилань на використані джерела з 23 найменувань. У роботі наведено 13 рисунків.

Метою даної дипломної роботи є створення системи моніторингу забруднення водної акваторії в результаті аварій на енергетичних об'єктах. Створений програмний продукт повинен бути реалізований веб-технологіями для легкого доступу та кросбраузерності. Крім того, він повинен мати зручний та інтерактивний користувацький інтерфейс.

Ключові слова: моніторинг, забруднення, система моніторингу, водний об'єкт, енергетичний об'єкт.

ABSTRACT

The thesis is presented in 54 pages. It contains 2 appendixes and bibliography of 23 references. Thirteen figures are given in the thesis.

The goal of the thesis is to a system for monitoring pollution of the water area as a result of accidents on energy facilities.. The created software product should be implemented by web technologies for easy access and cross-platform. In addition, it must have a user-friendly and interactive user interface.

Keywords: monitoring, pollution, monitoring system, water object, energy object.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	6
ВСТУП.....	7
1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ.....	10
2. АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ МОНІТОРИНГУ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНОЇ АКВАТОРІЇ	12
2.1 Проблеми забруднення водних об'єктів	11
2.2 Стан та загальна характеристика моніторингу водних об'єктів	15
2.3 Сучасні системи моніторингу забруднення водних об'єктів	17
2.4 Методики оцінки екологічного стану поверхневих вод	19
2.5 Висновки до розділу	24
3. ЗАСОБИ РОЗРОБКИ	25
3.1 Середовище розробки Visual Studio 2017	25
3.2 ASP.NET MVC Framework	27
3.3 Мова розмітки HTML	28
3.4 Мова розмітки CSS.....	29
3.5 Реляційна база даних MS SQL Server.....	31
3.6 Висновки до розділу	32
4. ОПИС ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ	33
4.1 Структура програмного забезпечення	33
4.2 Висновки до розділу	37
5. РОБОТА КОРИСТУВАЧА З ПРОГРАМНОЮ СИСТЕМОЮ.....	39
5.1 Системні вимоги.....	39
5.2 Робота користувача з програмним продуктом	39
5.3 Висновки до розділу	43
ВИСНОВКИ.....	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	45
Додаток 1	47
Додаток 2	53

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

СУБД — система управління базами даних;

API (англ. Application Programming Interface) — прикладний програмний інтерфейс;

БД — база даних;

CRUD (англ. create read update delete) — 4 базові функції управління даними «створення, зчитування, зміна і видалення»;

SQL (англ. Select query language) — декларативна мова програмування для взаємодії користувача з базами даних;

MS (англ. Microsoft) — багатонаціональна корпорація комп'ютерних технологій.

HTML (англ. Hypertext Markup Language) — стандартна мова розмітки для створення веб-сторінок і веб-додатків.

CSS (англ. *Cascading Style Sheets*) — спеціальна мова, що використовується для опису зовнішнього вигляду сторінок, написаних мовами розмітки даних.

ВСТУП

Проблема доцільного використання водних ресурсів є однією із найважливіших у світі. Будь-які розробки з приводу цього питання з урахуванням усіх факторів потребують великого об'єму інформації, провідного експертного досвіду та широкого міжнародного співробітництва.

Прісна вода є необхідним ресурсом для сільського господарства, промисловості та людського існування. Забруднення водних об'єктів та марнотратне використання поверхневих вод загрожують проектам розвитку та роблять водоочищення необхідним для підтримання необхідної кількості питної води. Валове органічне забруднення призводить до порушення кисневого балансу і часто супроводжується сильним патогенним забрудненням. Викиди токсичних хімічних речовин, викачування підземних вод, широке атмосферне поширення забруднюючих речовин і забруднення водних об'єктів речовинами, які сприяють росту водоростей є одними з основних причин погіршення якості водних ресурсів.

Пряме забруднення поверхневих вод металами при скидах з видобутку, виплавки та промислового виробництва є давнім явищем. Однак викиди повітряних металевих забруднюючих речовин зараз досягли таких розмірів, що атмосферне поширення забруднюючих речовин на великі відстані викликає забруднення не тільки поблизу промислово розвинених регіонів, але й у більш віддалених районах.

Протягом останніх кількох десятиліть різко зріс об'єм людської діяльності, що впливає на навколишнє середовище. Масштаби соціально-економічної діяльності, урбанізації, промислового і сільськогосподарського виробництва досягли того рівня, де, крім втручання в природні процеси в межах одного вододілу, вони також мають світовий вплив на водні ресурси. Як результат, склалися дуже складні взаємозв'язки між соціально-економічними факторами та природними гідрологічними та екологічними умовами. Виникла нагальна потреба у всебічній і точній оцінці тенденцій якості води, щоб підвищити рівень обізнаності про нагальну потребу у

вирішенні наслідків нинішніх і майбутніх загроз забруднення і створити основу для дій на всіх рівнях. Надійні дані моніторингу є незамінною основою для таких оцінок.

Вимоги щодо якості води можуть бути визначені лише з точки зору придатності для використання. Наприклад, вода, яка використовується для пиття, не повинна містити ніяких хімічних речовин або мікроорганізмів, які можуть бути небезпечними для здоров'я. Крім того, вода для зрошення сільського господарства повинна мати низький вміст натрію, тоді як для виробництва пари і пов'язаних з нею промислових потреб повинна бути низька кількість деяких інших неорганічних хімічних речовин. Збереження біорізноманіття та інші заходи все більше визнаються дійсними аспектами використання води та мають власні вимоги до управління якістю води. Дані щодо якості води також необхідні для контролю забруднення, а також для оцінки довгострокових тенденцій та впливу на навколишнє середовище [1].

Моніторинг забруднення водної акваторії – система послідовних спостережень, збору, обробки даних про стан водних об'єктів, прогнозування їх змін та розробки науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень, які можуть позначитися на стані вод.

Основна мета налагодження системи спостережень і контролю за забрудненням водних об'єктів – це отримання інформації про природну якість води та оцінка змін якості води в результаті дії антропогенних факторів.

Проведене дослідження сприяло розробці системи та вибору алгоритму її реалізації для моніторингу забруднення водної акваторії в результаті аварій на енергетичних об'єктах.

Пояснювальна записка до дипломної роботи містить 5 розділів.

У першому розділі описується постановка задачі системи моніторингу забруднення водної акваторії в результаті аварій на енергетичних об'єктах.

У другому розділі описуються підходи до вирішення проблеми ефективного моніторингу забруднення водної акваторії.

У третьому розділі вказуються основні засоби розробки даної системи.

У четвертому розділі дано опис реалізованого програмного продукту та його архітектури.

У п'ятому розділі описано роботу користувача з програмною системою.

1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНОЇ АКВАТОРІЇ В РЕЗУЛЬТАТІ АВАРІЙ НА ЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТАХ

Метою даної дипломної роботи є реалізація програмного засобу, що дасть змогу обробляти дані показників вмісту шкідливих речовин, спираючись на які, система визначатиме рівень забрудненості, будуватиме необхідні графіки, розраховуватиме розмір відшкодування за завдані екологічні збитки водному об'єкту та стан його забруднення.

Розроблена система моніторингу повинна забезпечувати наступні можливості:

- спостереження рівня забруднення водного середовища за хімічними, фізичними та гідробіологічними показниками;
- вивчення динаміки вмісту забруднюючих речовин біля енергетичних об'єктів;
- оцінювання стану якості води;
- отримання інформації про енергетичні об'єкти кожної з областей;
- визначення сумарного ефекту дії забруднюючих речовин;
- виявлення довгострокових змін, що відбуваються у водних об'єктах;
- побудову графіків динаміки змін забруднення водних об'єктів;
- визначення екологічного стану водних об'єктів;
- розрахунок відшкодування за завдані збитки водним об'єктам.

Для розробки системи моніторингу була використана мова програмування C#. Розробка графічного веб-інтерфейсу користувача відбувалась на основі фреймворку ASP.NET MVC.

2 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ МОНІТОРИНГУ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНОЇ АКВАТОРІЇ

Зростаюча швидкість темпів розвитку промисловості обумовлює не тільки збільшення об'єму використання вод, а й її забрудненню, саме тому контролювання за станом поверхневих вод є необхідною складовою моніторингу довкілля.

2.1 Проблема забруднення водних об'єктів

Якість води обумовлена як природними, так і антропогенними факторами. В результаті інтенсивного використання водних ресурсів змінюються якість і кількість води, складові водного балансу, гідрологічний режим водних об'єктів. Це відбувається тому, що більшість річок і озер є одночасно джерелами водопостачання й приймачами господарсько-побутових, промислових і сільськогосподарських скидів.

«Якість води» - це термін, що використовується для вираження придатності води для різного роду використання або підтримки певних процесів. Будь-яке використання має певні вимоги до фізичних, хімічних або біологічних характеристик води; наприклад, обмеження концентрацій токсичних речовин для використання питної води або обмеження температур і діапазонів рН води для підтримки мікроорганізмів. Отже, якість води може бути визначена за допомогою ряду змінних, які обмежують використання води.

Склад поверхневих і підземних вод залежить від природних факторів (геологічних, топографічних, метеорологічних, гідрологічних і біологічних) в водозбірному басейні і змінюється в залежності від сезонних відмінностей обсягів стоку, погодних умов і рівня води. Тому великі природні відмінності у якості води

можуть спостерігатися навіть тоді, коли це стосується лише одного водотоку. Вплив людини також має значний вплив на якість води. Деякі з цих наслідків є наслідком гідрологічних змін, таких як будівництво дамб, осушення водно-болотних угідь і відведення потоків. Більш очевидними є забруднюючі види діяльності, такі як скидання побутових, промислових, міських та інших стічних вод у водойми (як навмисні, так і випадкові) і поширення хімічних речовин на сільськогосподарські землі в водосховищі.

На якісні та кількісні зміни водних ресурсів впливають такі основні види господарської діяльності: водоспоживання для промислових і комунальних потреб, скидання відпрацьованих вод, урбанізація, утворення водосховищ, зрошування і осушування земель, агро меліоративні заходи тощо. При цьому кожний водозбір може одночасно використовуватися для більшості із вказаних видів діяльності. У зв'язку з цим при водогосподарському плануванні і регулюванні якості води необхідно брати до уваги вплив кожного з цих факторів окремо і всіх разом.

Господарсько-побутові, промислові сільськогосподарські скиди зумовлюють хімічне, фізичне біологічне і теплове забруднення гідросфери.

Хімічне забруднення води відбувається в результаті надходження у водойми зі стічними водами шкідливих домішок неорганічного та органічного походження: сполук миш'яку, свинцю, ртуті, міді, кадмію, хрому, фтору тощо. Вони поглинаються фітопланктоном і передаються далі харчовим ланцюжком більш високоорганізованим організмам, що супроводжується кумулятивним ефектом, який полягає в прогресуючому збільшенні вмісту шкідливих сполук у кожній наступній ланці харчового ланцюжка. Більшість цих домішок є токсичними для мешканців водойм.

Фізичне забруднення води зумовлює зміни фізичних властивостей – прозорості, вмісту суспензій та інших нерозчинних домішок, радіоактивності і температури тощо. Суспензії (пісок, намул, глинисті частки) потрапляють у водойми здебільшого в результаті поверхневого змиву дощовими водами із сільськогосподарських полів, особливо тоді, коли розорюються водозахисні смуги

вздовж річок і орні ділянки наближаються до самої межі води. Багато суспензій з діючих підприємств гірничодобувної промисловості заносять у водойми сильні вітри (пил). Тверді частки знижують прозорість води, пригнічуючи процеси фотосинтезу водяних рослин, забиваючи зябра риб, органи дихання водних тварин. Особливу небезпеку для всього живого становлять радіоактивні відходи, які потрапляють у водойми в результаті викидів з АЕС, з частками золи від працюючих ТЕС тощо. Саме вони найбільше загрожують природним водам і живим організмам.

Теплове забруднення водойм є окремим видом забруднення гідросфери, яке спричинене спусканням у водойми теплих вод з різних енергетичних установок. Тепло, що надходить з такими водами в ріки й озера, істотно змінює їх термічний і біологічний режими. Основними тепловими забруднювачами є АЕС. Як свідчать спостереження, у ріках, розташованих нижче діючих ТЕС та АЕС, порушуються умови нересту риб, гине зоопланктон, риби уражуються хворобами і паразитами.

Біологічне забруднення водного середовища полягає у надходженні зі стічними водами до водойм різних видів мікроорганізмів, рослин і тварин (віруси, бактерії, грибки, черви), невластивих водній екосистемі, яка забруднюється. Більшість з них хвороботворні для людей, рослин і тварин. Найшкідливішими є комунально-побутові стоки, особливо коли вони надходять у водойми без очищення. Проте навіть за наявності очисних споруд певна кількість бактерій, вірусів не затримується фільтрами і потрапляє у водойми. Промисловими біологічними забруднювачами є підприємства шкірообробної промисловості, м'ясокомбінати, цукрові заводи.

Основними причинами забруднення поверхневих вод України є: скид неочищених та не досить очищених комунально-побутових і промислових стічних вод безпосередньо у водні об'єкти та через систему міської каналізації; надходження до водних об'єктів забруднюючих речовин у процесі поверхневого стоку води з забудованих територій та сільгоспугідь; ерозія ґрунтів на водозабірній площі.

Основні джерела прісної води на території України – стоки річок Дніпра, Дністра, Південного Бугу, Сіверського Дінця, Дунаю з притоками, а також малих річок північного узбережжя Чорного та Азовського морів.

Порушення норм якості води досягло рівнів, які ведуть до деградації водних екосистем, зниження продуктивності водойм. Значна частина населення України використовує для своїх життєвих потреб недоброякісну воду, що загрожує здоров'ю нації.

Системний аналіз сучасного екологічного стану басейнів річок України та організації управління охороною і використанням водних ресурсів дав змогу окреслити коло найбільш актуальних проблем, які потребують розв'язання, а саме:

- надмірне антропогенне навантаження на водні об'єкти в результаті екстенсивного способу ведення водного господарства призвело до кризового зменшення самовідтворюючих можливостей річок та виснаження водно-ресурсного потенціалу;
- стала тенденція до значного забруднення водних об'єктів в результаті неупорядкованого відведення стічних вод від населених пунктів, господарських об'єктів і сільськогосподарських угідь;
- широкомасштабне радіаційне забруднення басейнів багатьох річок в результаті катастрофи на Чорнобильській АЕС; – погіршення якості питної води в результаті незадовільного екологічного стану джерел питного водопостачання;
- недосконалість економічного механізму водокористування і реалізації водоохоронних заходів;
- недостатня ефективність існуючої системи управління охороною та використанням водних ресурсів в результаті недосконалості нормативно-правової бази і організаційної структури управління;
- відсутність автоматизованої постійно діючої системи моніторингу екологічного стану водних басейнів акваторії Чорного та Азовського морів, якості питної води і стічних вод у системах водопостачання і водовідведення населених пунктів і господарських об'єктів [2].

Якість води може бути описана в термінах концентрації та стану (розчиненого або часткового) деяких або всіх органічних і неорганічних речовин, присутніх у воді, разом з певними фізичними характеристиками води. Вона визначається за допомогою

вимірювань та досліджень зразків води на місці або в лабораторії. Основними елементами моніторингу якості води є, таким чином, вимірювання на місці, збір та аналіз проб води, вивчення та оцінка результатів аналізу, а також звітність про результати. Результати аналізів, виконаних на одному зразку води, діють тільки для конкретного місця та часу, коли цей зразок був взятий. Однією з цілей програми моніторингу є збір достатніх даних (шляхом регулярного або інтенсивного відбору проб та аналізу) для оцінки просторових та / або часових коливань якості води.

2.2 Стан на загальна характеристика моніторингу поверхневих вод

Основною причиною моніторингу якості води, традиційно, є необхідність перевірки відповідності якості води призначенню для використання. Однак, моніторинг також розвинувся для визначення тенденцій у якості водного середовища та впливу на навколишнє середовище від викидів забруднюючих речовин, інших видів діяльності людини та / або операцій по переробці відходів. Цей тип моніторингу часто називають моніторингом впливу. Зовсім недавно було проведено моніторинг для оцінки потоків поживних речовин або забруднюючих речовин, що скидаються річками або підземними водами до озер та океанів, або через міжнародні кордони.

Реалізація програми моніторингу та оцінки може зосереджуватися на просторовому розподілі якості, на тенденціях або на водному житті. Повне охоплення всіх трьох елементів практично неможливо або дуже дороге. Отже, необхідні попередні опитування, щоб визначити фокус оперативної програми.

Моніторинг та оцінка якості води, в кінцевому рахунку, базується на фундаментальних фізичних, хімічних і біологічних властивостях води. Однак моніторинг та оцінка якості води - це процес аналізу, інтерпретації та комунікації цих властивостей у більш широкому контексті людської діяльності та використання, а

також збереження природного середовища. Тому це не є фіксованим процесом, а адаптується з урахуванням місцевих, національних або міжнародних потреб. Кінцевою метою є надання інформації, корисної для управління. Стили та стратегії управління значно варіюються залежно від інституцій, ресурсів та пріоритетів.

Завдання екологічного моніторингу полягає у виявленні в екосистемах змін антропогенного характеру. Для його здійснення придатні методи, що ґрунтуються як на окремих вимірюваннях параметрів забруднення біоти, реакції на дію антропогенних факторів, так і на безперервному визначенні інтегральних показників на великих територіях.

Екологічний моніторинг передбачає обов'язковість спостережень на таких рівнях:

- 1) імпактний рівень – спостереження за територіями, які піддаються антропогенному впливу, що зумовлює небезпечні або критичні наслідки;
- 2) регіональний рівень – спостереження за процесами та явищами в межах певного регіону;
- 3) фоновий (базовий) рівень – глобальні, регіональні спостереження за станом екосистем і прогнозування в них змін, що відбуваються без прямого впливу антропогенних факторів.

Для створення системи екологічного моніторингу доцільно необхідні:

- районування території (розподіл усієї території, на якій буде здійснюватися екологічний моніторинг на групи споріднених за певними ознаками об'єктів різних розмірів і екологічної значущості: ландшафтні райони в межах області, адміністративних районів, водозбірні басейни, міські агломерації, агропромислові комплекси);
- створення мережі об'єктів спостереження (розміщування на підконтрольній території місць (об'єктів) спостереження стану компонентів природного середовища (атмосферного повітря і опадів, поверхневих, ґрунтових, підземних вод, ґрунту і рослинності);
- визначення методів і показників, які необхідно контролювати [3].

Моніторинг забруднення води передбачає відбір проб хімічного стану води, відкладень і тканин риби для визначення розчиненого кисню та інших параметрів забруднення води. Також необхідний моніторинг фізичних умов, таких як температура.

Моніторинг зазвичай проводиться на фіксованій станції на постійній основі. Інші випадки, коли необхідно проводити моніторинг під час надзвичайної ситуації (наприклад, після розливу нафти). Основна увага для програми моніторингу полягає у зборі достатньої кількості даних шляхом відбору зразків та аналізу, вивчення та оцінки результатів для оцінки якості води. Результат доступний тільки для одного місця відбору зразків і часу, протягом якого проводиться відбір зразка.

Моніторинг проводиться для багатьох цілей:

- для визначення конкретних існуючих або нових проблем забруднення води;
- для збору інформації для розробки конкретних програм запобігання забрудненню або відновлення забруднення;
- для визначення, чи виконуються дотримання норм щодо забруднення або впровадження ефективних заходів боротьби з забрудненням;
- для реагування на надзвичайні ситуації, такі як розливи та повені.

2.3 Сучасні системи моніторингу забруднення водних об'єктів

На теперішній час моніторинг навколишнього природного середовища України відповідно до «Положення про державний моніторинг навколишнього природного середовища» здійснюють:

- 1) Міністерства екології та природних ресурсів;
- 2) Наукові комітети НАН України;
- 3) Міністерства охорони здоров'я;
- 4) Міністерства сільського господарства;

- 5) Міністерства лісового господарства;
- 6) Державні комітети гідрометеослужби;
- 7) Державні комітети водного господарства
- 8) Державні комітети геології;
- 9) Державні комітети земельних ресурсів;
- 10) Державні житлово комунальні господарства.

Організація і координація державного моніторингу вод здійснюється:

- на національному рівні – Мінприроди;
- на регіональному рівні – обласними, Київською міською держадміністрацією,

з питань охорони навколишнього природного середовища.

Результатом здійснення державного моніторингу вод є інформація, у тому числі:

- первинна інформація (дані спостережень), яку одержують суб'єкти державного моніторингу вод в результаті спостережень;
- узагальнені дані, що стосуються певного проміжку часу або певної території;
- індекси і комплексні показники, одержані в результаті узагальнення за параметрами;
- оцінки стану вод та джерел негативного впливу на нього; – прогнози стану вод і його змін;
- науково обгрунтовані рекомендації, необхідні для прийняття рішень.

Інформація, здобута і оброблена суб'єктами державного моніторингу вод, є офіційною.

До суб'єктів державного моніторингу вод належать Мінприроди, Мінрегіон, Держсанепідслужба, Держводагентство та їх територіальні органи, підприємства, установи та організації, що належать до сфери їх управління, 29 обласні, Київська та Севастопольська міські держадміністрації, органи виконавчої влади Автономної Республіки Крим з питань охорони навколишнього природного середовища та з питань водного господарства.

Згідно з “Порядком здійснення державного моніторингу вод” та “Положенням про державну систему моніторингу навколишнього середовища” державний моніторинг вод є невід’ємною складовою державної системи моніторингу навколишнього середовища. На основі цих двох урядових документів розроблена “Єдина міжвідомча інструкція по організації та здійсненню державного моніторингу вод” (ЄМІ). Цей документ встановлює єдині вимоги до організації та проведення спостережень за станом поверхневих та підземних вод, прибережних зон, джерел забруднення вод за показниками якості природних вод.

Основний обсяг робіт з моніторингу річок виконують пункти спостережень гідрометеослужби, де проводяться дослідження гідрометричних і гідрологічних характеристик водойм, а також визначаються гідрохімічні та гідробіологічні показники якості поверхневих вод. Ці пункти розподілені по 10 річкових басейнах України. Найбільше пунктів спостережень за кількісними і якісними показниками розташовано в басейні Дніпра, також розвинена мережа спостережень в басейнах Дунаю та Дністра.

Знання багаторічних характеристик елементів гідрометеорологічного режиму і даних поточних спостережень дають змогу розв’язувати конкретні завдання, пов’язані з інформуванням і прогнозуванням, а також з гідрологічними розрахунками.

2.4 Методики оцінки екологічного стану поверхневих вод

На даний момент в Україні діє документ «Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями», який було розроблено в 1998 році.

З того часу відбулися істотні зміни у водоохоронній діяльності переважної кількості європейських країн. У 2000 році було введено Водну Рамкову Директиву ЄС 2000/60 / 37 ЄС, що визначає головні пріоритети в водоохоронній діяльності та шляхи досягнення доброго стану поверхневих вод.

Загальні біологічні дослідження. Бентичні макробезхребетні часто використовуються як біологічний показник якості води, оскільки вони багаті, їх легше уловлювати, ніж рибу, і тому їх легше ідентифікувати, ніж водоростей або найпростіших. Зразки макробезхребетних можуть бути зібрані з використанням пробовідбірника Гесса у великих (п'ятого і шостого порядку) потоків або зразка Surber на більш дрібних потоках. Макробезхребетні ідентифікуються і перераховуються, а кількість організмів на кожному місці оцінюється з середніх трьох зразкових областей. Різні густини бінтових макробезхребетних повідомляються як загальна кількість організмів на квадратний метр дна потоку. На додаток до загальної кількості цих організмів, слід також зауважити заходи різноманітності, особливо на таксономічному рівні порядку, як, наприклад, кам'яні мухи, жуки та інші організми. Індекс Шеннона та індекс ЕПТ вимірюють різноманітність і якість спільноти безхребетних відповідно.

Загальні хімічні дослідження. Оцінка якості води за допомогою хімічних досліджень включає використання різних елементів і молекул, розчинених або суспендованих у воді. Хімічні методи, які зазвичай використовуються у польових дослідженнях якості води, можуть виявити дисбаланс в екосистемі. Наприклад, рН ідентифікує кислотно-основний баланс води. Низькі значення рН (що вказують на кислотність) особливо корисні для виявлення відтоку кислих шахт. Однак, оскільки деякі потоки є природно кислими, низький рН не обов'язково вказує на відведення кислотних шахт. І навпаки, в системах з високою лужністю - мірою здатності води буферизувати або протистояти змінам рН - нормальні значення рН можуть не виключати присутності дренажної кислоти.

Рівень нітратів у воді є іншим хімічним показником якості води. Азот існує у воді в численних формах, два з яких - нітрат (NO_3) і нітрит (NO_2). З цих двох форм найчастіше найважливішим є нітрат. Нітрат є важливою поживною речовиною для росту водоростей та інших водних рослин і може бути присутнім на високих рівнях за рахунок різних джерел. Нітрати дуже важко виміряти безпосередньо. Поширеною процедурою є спочатку вимірювання рівня нітриту, а потім зниження рівня нітрату

до нітриту і вимірювання комбінованої концентрації нітритів. Віднімання початкового рівня нітриту від об'єднаної концентрації нітритів дасть рівень нітратів. Вимірювання нітратів повідомляють як нітратний азот (мг / л). Вимірювання нітритів подаються як нітритний азот (мг / л).

Деякі хімічні показники характерні для окремих форм забруднення. Наприклад, низький вміст розчиненого кисню часто виникає в результаті присутності сирих стічних вод або кислотної дренажної шахти.

Інші "хімічні" методи - це фактично фізичні вимірювання, які вказують на наявність хімічних речовин у воді. Наприклад, провідність - здатність проводити електричний струм - це фізичне вимірювання, яке вказує на наявність хімічних іонів у зразку води. Наприклад, коли кухонна сіль (NaCl , хлорид натрію) розчиняється у воді, вона утворює іони ($\text{Na} + \text{i Cl}^-$), які дозволяють пропускати струм електроенергії через воду. Щільність води - це інше фізичне вимірювання, яке побічно вказує на наявність хімічних речовин. Щільність води пов'язана з вмістом солі (солоністю) і температурою води. Солоність води є одним з основних факторів, що визначають, які саме організми будуть там знаходитися.

Загальні фізичні дослідження. Існують різні методи визначення фізичних характеристик поверхневих вод у межах певного вододілу:

- порядок потоку;
- площа водосховища (квадратні кілометри);
- площа забудови (квадратні кілометри);
- відсоток накопичення (у відсотках);
- температура води (градуси Цельсія);
- температура повітря (градуси Цельсія);
- ширина потоку (метри);
- середня глибина (метри);
- максимальна глибина (метри);
- мінімальна швидкість течії (метри в секунду);
- максимальна швидкість течії (метри в секунду);

- середня швидкість течії (метри в секунду);
- прозорість води.

Моніторинг CDOM / FDOM. Кольорова або хромофорна розчинена органічна речовина (CDOM) зустрічається природним чином у водних об'єктах. Ця органічна речовина поглинає ультрафіолетове світло і розкладається, щоб вивільнити танін, органічний забруднювач, який змушує воду перетворюватися в темний. Більш того, танін сприяє зниженню рН (кислої) води і зниженню рівня кисню.

Частина CDOM флуоресцирує і називається флуоресцентною розчиненою органічною речовиною (FDOM), що додатково робить воду похмурою.

Рівні CDOM / FDOM можуть бути виміряні за допомогою електричних оптичних датчиків, які використовують флуорометри і сапфірові лінзи. Ці датчики вимірюють доступність світла в водоймах залежно від рівня води і вказують на концентрацію розчиненої органічної речовини (DOM).

Провідність, солоність і моніторинг TDS. Провідність водного об'єкта є раннім показником якості води. Провідність впливає на солоність і загальний вміст розчинених твердих речовин (TDS), що в свою чергу впливає на концентрацію кисню у воді.

Деякі екологічні (температура, надмірна кількість опадів і підвищений вміст органічної речовини) і антропогенні (забруднення) фактори можуть збільшувати або зменшувати провідність водних об'єктів, що суттєво впливає на якість води.

Наприклад, розлив нафти або підвищений рівень органічних речовин в океані може зменшити його провідність, що свідчить про забруднення води.

Провідність, солоність і TDS вимірюють якість води шляхом вимірювання питомої електропровідності розчинених у воді електролітів. Хоча кожен із цих інструментів вимірює окремий параметр, результати корелюють і вказують на забруднення.

Вимірювання рівнів розчиненого кисню. Розчинний кисень (DO) є показником кількості кисню, доступного для флори і фауни, і повідомляється як відсоток насичення або мг / л. Рівень кисню у воді знижується завдяки розкладанню

органічного матеріалу, такого як мертві рослини, тварин і людські відходи. Рівень розчиненого кисню менше 6 мг / л може бути шкідливим для екосистеми водних об'єктів.

Концентрацію розчиненого кисню можна виміряти за допомогою електрохімічного або оптичного датчика, колориметричного методу, методу титрування Вінклера і оптичних датчиків розчиненого кисню.

Тестування рН і КН. Підвищення рівня рН небезпечно для екосистеми водного тіла. Безпечний діапазон рН для водойми або озера становить від 6,0 до 8,0; однак, деякі фактори, такі як надмірний ріст водоростей і забруднення, змінюють рН води і підвищують рівень токсичного аміаку.

Рівень вмісту рН може бути перевірено за допомогою наборів для тестування води, які мають кольоровий код і пропонують широкий діапазон вимірювання рН. Ці набори працюють краще, щоб дати вам уявлення про діапазон рН води потрапляє в. Однак для точних вимірювань рН, електронні датчики рН пропонують значення вимірювань до двох десяткових знаків.

Карбонатна твердість (показник рівня карбонату та бікарбонату) є ще одним фактором, який необхідно контролювати, оскільки він значно впливає на рН води. Тому, щоб відрегулювати рН, нерідко доведеться стабілізувати воду КН.

Оцінка каламутності, TSS і ясності. Сонячна радіація забезпечує світло, тепло і енергію усім живим істотам на землі. Низький або високий рівень ультрафіолетового випромінювання може зупинити процес фотосинтезу, завдаючи постійного пошкодження водній екосистемі.

Суспендовані тверді речовини, розкладається рослинність та інші розчинені кольорові матеріали призводять до того, що вода виглядає хмарно і темною, що впливає на проникнення сонячного світла на воду та водне життя.

Раптове збільшення каламутності та загального вмісту суспендованих речовин (ТПС) є показником ерозії ґрунтів та забруднення точковими джерелами, які додають у воду важкі метали та стічні води.

Нефелометр використовується для вимірювання розсіяного світла під кутом 90° і результати повідомляються в Nephelometric Turbidity Unit (NTU). Загальні суспендовані тверді речовини вимірюють фільтруванням і зважуванням зразка і вимірюють у міліграмах твердих речовин на літр води.

Вимірюючи та контролюючи ключові показники якості води, дослідники та екологи можуть планувати та виконувати стратегії для збереження водних об'єктів та заохочення біорізноманіття. Вищезазначені методи допомагають оцінити різні параметри, які визначають якість води в прісноводних і солонуватих водоймах.

2.5 Висновки до розділу

В даному розділі був проведений аналіз проблеми моніторингу забруднення водної акваторії.

Розглянуто проблеми забруднення поверхневих вод. В результаті інтенсивного використання водних ресурсів змінюються якість і кількість води, складові водного балансу, гідрологічний режим водних об'єктів.

Розглянуто стан існуючої системи моніторингу поверхневих вод. Завдання екологічного моніторингу полягає у виявленні в екосистемах змін антропогенного характеру. Моніторинг якості поверхневих вод передбачає організацію фіксованої мережі точок спостереження за природним складом та забрудненням поверхневих вод.

3 ЗАСОБИ РОЗРОБКИ

Одним із найважливіших завдань при розробці програмних продуктів є вибір таких засобів, які б полегшили роботу програміста, надавши всі необхідні інструменти для реалізації поставленого завдання, і дали б змогу отримати результат, який повністю задовольняє користувача.

Середовищем розробки системи було обрано Microsoft Visual Studio Community 2017. Для створення графічного інтерфейсу системи використовувався інтерфейс програмування веб-додатків ASP.NET MVC, що є частиною Microsoft .NET Framework.

Для розробки алгоритмів (серверної частини) використовувалась об'єктно-орієнтована мова програмування C#.

Для розробки інтерфейсу користувача: мова розмітки HTML та CSS.

Для зберігання інформації використано реляційну базу даних MS SQL.

3.1 Середовище розробки Visual Studio 2017

Середовище розробки Visual Studio 2017 дозволяє ефективно, якісно і швидко писати код, при цьому не втрачаючи уваги з контексту поточного файлу. За допомогою Visual Studio можливо легко переглянути структуру виклику та пов'язані функції, повернені значенні та стан тестування. Також можна провести рефакторинг коду, знайти помилки та отримати варіанти їх усунення[n].

На сьогоднішній день продукти Microsoft з сімейства Visual Studio містять в собі багатий інструментарій. У сімействі Visual Studio 2017 є IDE, мультиплатформний редактор коду Visual Studio Code, який доступний для систем на базі операційних систем Windows, Mac та Linux, зручний сервіс для організації

командної роботи – Visual Studio Team Services. Також ведеться розробка рішення для користувачів під платформою Mac OS – Visual Studio for Mac.

З кожним роком інструментарій Visual Studio оновлюється і постійно розширюється. А компанія Microsoft постійно намагається покращити зручність середовища розробки, з урахуванням побажань розробників з усього світу, які користуються Visual Studio. В результаті понад 30 мільйонів завантажень на сьогоднішній день, що робить цей продукт одним із найпопулярніших серед розробників додатків.

Кожен з розробників може завантажити собі 60-денну безкоштовну версію Visual Studio 2017 і повністю ознайомитись з повним функціоналом середовища розробки, протестувати його на власному досвіді і зробити для себе певні висновки. А потім, в залежності від потреб, залишитися на версії Community, якщо інструментарій використовується лише для освітніх цілей, або перейти на платну версію в тому разі, коли розроблений програмістом додаток буде використовуватись як комерційний продукт.

Варто виділити і модульний підхід до процесу установки інструменту. Серед великої кількості різних модулів, що дозволяють програмісті розробляти додатки різного рівня і для різних платформ, тепер можна обрати лише ті, що потрібні конкретно для реалізації даної задачі. Це прискорює процес установки, а отже і загальний час, що витрачається на розробку програмного продукту загалом.

Ще одним важливим нововведенням для сімейства Microsoft Visual Studio стала інтеграція з хмарними сервісами платформи Azure. Ця інтеграція дозволяє полегшити створення, налаштування і публікацію розроблених програмних рішень в хмарі Azure напряму із середовища IDE.

У листопаді 2016 року почалася розробка Visual Studio for Mac. На даний момент вже відбулося декілька preview-випусків цього середовища розробки для Mac OS від Microsoft. Це середовище характеризується розробкою додатків для смартфонів, хмарних рішень, а також програмних рішень для операційної системи Mac OS. Компанією ведеться постійна робота над оптимізацією та виправленням

помилки, з урахуванням побажань розробників. Вже були додані підтримка NuGet та .NET Core.

3.2 ASP.NET MVC Framework

Платформа ASP.NET MVC являє собою фреймворк для створення сайтів і веб-додатків за допомогою реалізації паттерна MVC.

Концепція паттерна (шаблону) MVC (model - view - controller) передбачає поділ додатка на три компоненти:

Контролер (controller) представляє клас, що забезпечує зв'язок між користувачем і системою, представленням і сховищем даних. Він отримує дані, які вводяться користувачем і обробляє їх. І в залежності від результатів обробки відправляє користувачеві певний висновок, наприклад, у вигляді представлення.

Представлення (view) - це власне візуальна частина або призначений для користувача інтерфейс програми. Як правило, html-сторінка, яку користувач бачить, зайшовши на сайт.

Модель (model) представляє клас, що описує логіку використовуваних даних.

Загальну схему взаємодії цих компонентів представлено на рис.1.

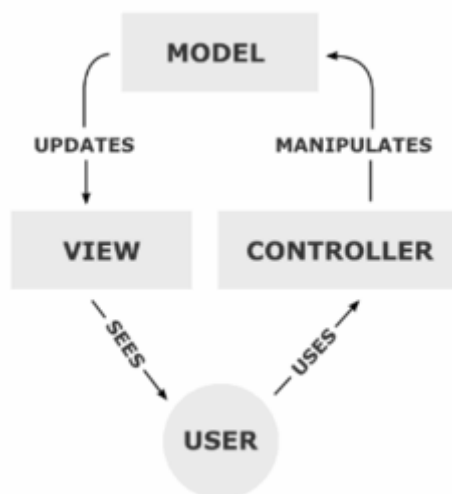


Рисунок 3.1 Схема взаємодії компонентів MVC

У цій схемі модель є незалежним компонентом - будь-які зміни контролера або представлення не зачіпають модель. Контролер і представлення є відносно незалежними компонентами, і нерідко їх можна змінювати незалежно один від одного.

3.3 Мова розмітки HTML

Для відображення результату роботи методів, що реалізують алгоритм системи обліку та оперативного зберігання проектно-технологічної документації енергетичних споруд було створено Web-сторінку, написану на HTML (англ. HyperText Markup Language — мова розмітки гіпертекстових документів) — стандартна мова розмітки веб-сторінок в Інтернеті [14].

Більшість веб-сторінок створюються за допомогою мови HTML (або XHTML). Документ HTML оброблюється браузером та відтворюється на екрані у звичному для користувача вигляді.

Разом із каскадними таблицями стилів та вбудованими скриптами, HTML являється одною з основних технологій для побудови веб-сторінок.

Мова розмітки HTML впроваджує засоби для:

- створення структурованого документа шляхом позначення структурного складу тексту: заголовки, абзаци, списки, таблиці, цитати та інше [15];
- отримання інформації з інтернету через гіперпосилання;
- створення інтерактивних форм;
- включення зображень, звуку, відео, та інших об'єктів до тексту.

Розмітка в HTML складається з чотирьох основних компонентів: елементів (та їхніх атрибутів), базових типів даних, символьних мнемонік та декларації типу документа. Елементи являють собою базові компоненти розмітки HTML. Кожен елемент має дві основні властивості: атрибути та зміст (контент). Існують певні

настанови щодо кожного атрибута та контенту елемента, які треба виконувати задля того, щоб HTML-документ був визнаний валідним.

Правильний семантичний HTML також покращує доступність веб-документів. Наприклад, коли браузер або аудіо-браузер може правильно встановити структуру документа, він не буде витрачати час користувачів з вадами зору, на прочитання повторюваної або неактуальної інформації, якщо вона була розмічена правильно.

Для перегляду HTML-розмітки документа можна використовувати будь-який текстовий редактор. Для перегляду документу, відтвореного за правилами HTML-розмітки, використовується браузер.

3.4 Мова розмітки CSS

Каскадні таблиці стилів (англ. Cascading Style Sheets, або скорочено CSS) — спеціальна мова, що використовується для опису сторінок, написаних мовами розмітки даних.

Найчастіше CSS використовують для візуальної презентації сторінок, написаних HTML та XHTML, але формат CSS може застосовуватися до інших видів XML-документів. CSS це мова стилів, що визначає відображення HTML-документів. Наприклад, CSS працює з шрифтами, кольором, полями, рядками, висотою, шириною, фоновими зображеннями, позиціонуванням елементів і багатьма іншими речами.

Специфікації CSS були створені та розвиваються Консорціумом Всесвітньої мережі.

CSS використовується авторами та відвідувачами веб-сторінок, щоб визначити кольори, шрифти, верстку та інші аспекти вигляду сторінки. Одна з головних переваг — можливість розділити зміст сторінки (або контент, наповнення, зазвичай HTML, XML або подібна мова розмітки) від вигляду документа (що описується в CSS) [16].

Таке розділення може покращити сприйняття та доступність контенту, забезпечити більшу гнучкість та контроль за відображенням контенту в різних умовах, зробити контент більш структурованим та простим, прибрати повтори тощо.

Один і той самий HTML або XML документ може бути відображений по-різному залежно від використаного CSS.

Основними перевагами мови CSS є:

- інформація про стиль для усього сайту або його частин може міститися в одному .css-файлі, що дозволяє швидко робити зміни в дизайні та презентації сторінок;

- різна інформація про стилі для різних типів користувачів: наприклад великий розмір шрифту для користувачів з послабленим зором, стилі для виводу сторінки на принтер, стиль для мобільних пристроїв;

- сторінки зменшуються в об'ємі та стають більш структурованими, оскільки інформація про стилі відділена від тексту та має певні правила застосування і сторінка побудована з урахуванням їх

- прискорення завантаження сторінок і зменшення обсягів інформації, що передається, навантаження на сервер та канал передачі. Ця перевага досягається за рахунок того, що сучасні браузерери здатні кешувати (запам'ятовувати) інформацію про стилі і використовувати для всіх сторінок, а не завантажувати для кожної;

- управління відображенням безлічі документів за допомогою однієї таблиці стилів;

- більш точний контроль над зовнішнім виглядом сторінок;

- поданням для різних носіїв інформації (екран, друк, і т. д.);

- складна і пророблена техніка дизайну.

3.5 Реляційна база даних MS SQL Server

Реляційна база даних являє собою набір формально описаних таблиць, з яких дані можуть бути доступні або повторно зібрані різними способами без необхідності реорганізації таблиць бази даних. Стандартний інтерфейс користувача та прикладного програмування (API) реляційної бази даних є мовою структурованих запитів (SQL). Оператори SQL використовуються як для інтерактивних запитів для інформації з реляційної бази даних, так і для збору даних для звітів.

База даних в SQL Server складається з набору таблиць, в яких зберігається певний набір структурованих даних. Таблиця містить набір рядків, які також називаються записами або кортежами, а також стовпці, які також називаються атрибутами. Кожен стовпець таблиці призначений для зберігання певного типу інформації, наприклад, дат, імен, доларових сум і цифр.

Користувачеві, який має доступ до бази даних, може бути надано дозвіл на доступ до об'єктів у базі даних. Хоча дозволи можуть надаватися окремим користувачам, рекомендується створювати ролі баз даних, додавати користувачів до бази ролей, а потім надавати права доступу до ролей. Надання дозволів на роль замість користувачів полегшує збереження дозволів послідовно і зрозуміло, оскільки кількість користувачів зростає і постійно змінюється.

Більшість людей, які працюють з базами даних, використовують інструмент SQL Server Management Studio. Інструмент Management Studio має графічний інтерфейс користувача для створення баз даних і об'єктів у базах даних. Студія управління також має редактор запитів для взаємодії з базами даних, написавши оператори Transact-SQL. Управління студією можна встановити з інсталяційного диска SQL Server або завантажити з MSDN.

3.6 Висновки до розділу

В даному розділі був проведений огляд засобів розробки.

Розглянуто мову програмування С#, яка використовується для створення додатку та ASP.NET MVC Framework, призначений для зв'язку коду з веб-застосунком.

Для створення веб-сторінки використовується мова розмітки HTML та таблиці стилей CSS для покращення зовнішнього вигляду

Також було розглянуто реляційну систему баз даних MS SQL Server.

4 ОПИС ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ

Для автоматизації процесу моніторингу забруднення водної акваторії необхідна система, яка буде надавати актуальну інформацію про стан водойм біля найбільших енергетичних об'єктів.

Для організації архітектури програмного продукту було вирішено використати ASP.NET MVC Framework та його модулі, адже такий підхід дозволяє розробити гнучкий програмний продукт з чітко виділеними шарами, реалізацію яких можна змінювати без зміни функціональності застосунку

Вибір розподіленої бази даних обумовлений тим, що такий архітектурний підхід забезпечує гнучкість налаштувань кожного окремого вузла (локальної бази даних), збільшує швидкість пошуку даних, адже, в кожній локальній базі зберігаються властиві їй дані та збільшується надійність зберігання даних, адже зменшується вірогідність несанкціонованої зміни даних.

4.1 Структура програмного забезпечення

Для реалізації системи моніторингу забруднення водної акваторії в результаті аварій на енергетичних об'єктах був розроблений web-застосунок, сервер якого може бути розгорнутий на будь-якій операційній системі, а в якості клієнтського інтерфейсу виступає web-інтерфейс.

За допомогою Google Maps API було підключено карту на якій відображаються всі енергетичні об'єкти України. Інформація про дані об'єкти заздалегідь була розміщена в базі даних.

На рисунку 4.1 зображена Google API карта з головного вікна застосунку.

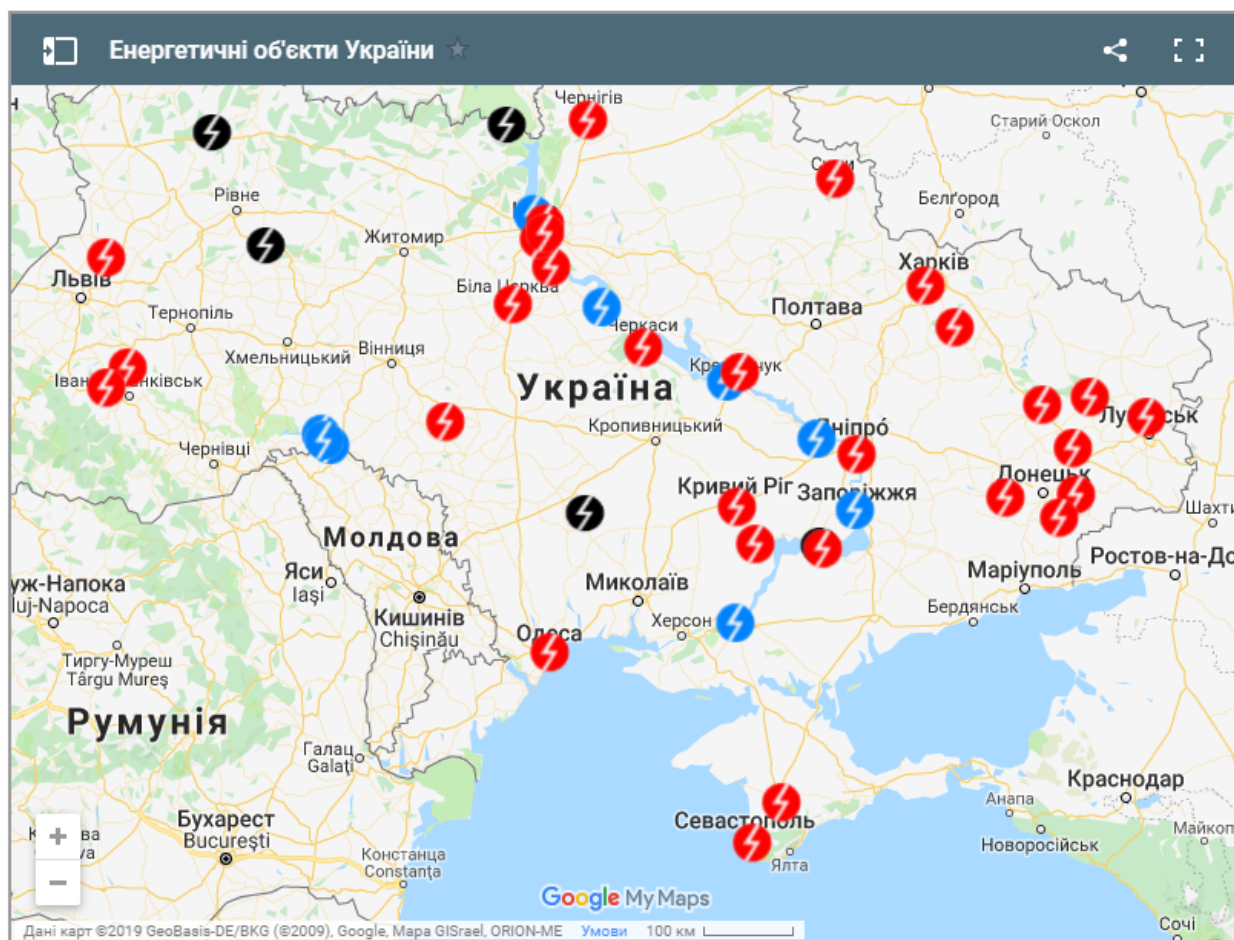


Рисунок 4.1 Google API карта з головного вікна додатку

Структура проекту складається з наступних модулів: App_Data, App_Start, Content, Controllers, fonts, Models, Scripts, Views та Web.config як показано на рисунку 4.2.

У модулі App_Data знаходиться база даних, у якій міститься інформація про всі енергетичні та водні об'єкти, ступені забруднення водойм та результати замірів різних шкідливих домішок протягом останніх трьох років.

Модуль App_start зберігає ряд статичних файлів, які містять логіку ініціалізації програми при запуску.

Модуль Content містить допоміжні файли, які не включають код на с # або javascript, і які розгортаються разом з додатком, наприклад, файли стилів css.

Модуль Controllers містить файли класів контролерів. Контролер є центральним компонентом в архітектурі MVC. Контролер отримує введення користувача,

обробляє його і посилає назад результат обробки, наприклад, у вигляді представлення.

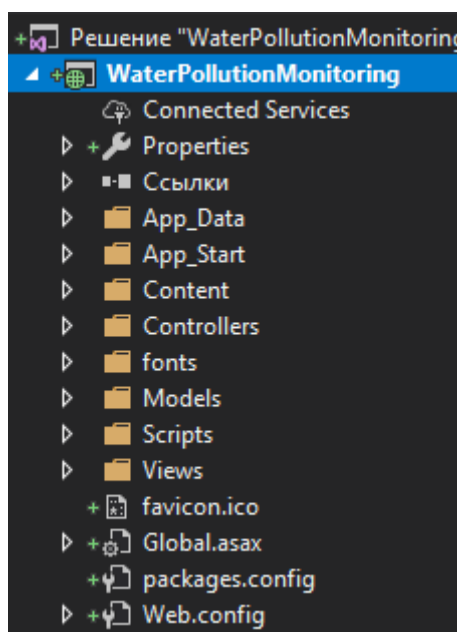


Рисунок 4.2 — Структура файлів проекту

Модуль fonts зберігає додаткові файли шрифтів, які використовує додаток.

Всі сутності в додатку прийнято виділяти в окремі моделі. Залежно від поставленого завдання і складності програми можна виділити різну кількість моделей. Так, в даному додатку використовується шістнадцять моделей (рисунок 4.3).

Моделі являють собою прості класи і розташовуються в проекті в каталозі Models. Моделі описують логіку даних. Кожна модель представляє відповідну їй таблицю бази даних.

Модуль Scripts: каталог зі скриптами та бібліотеками, написаних на мові javascript (рисунок 4.4).

У модулі Views зберігаються представлення. Всі представлення групуються по папках, кожна з яких відповідає одному контролеру.

Файл Global.asax запускається при старті програми та виконує початкову ініціалізацію. Як правило, тут спрацьовують методи класів, визначених в папці App_Start.

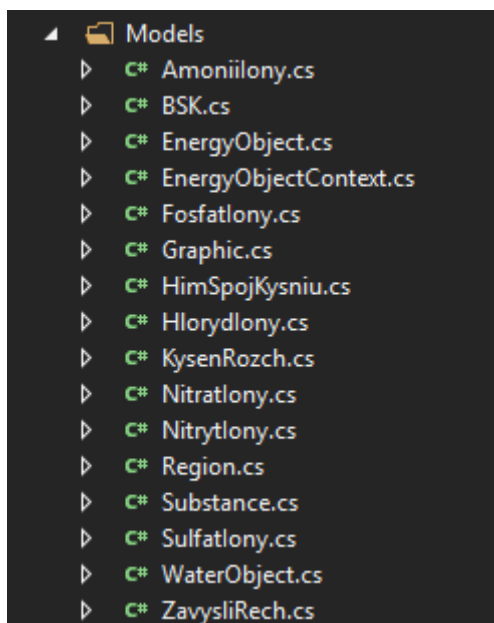


Рисунок 4.3 Структура моделей базы даних

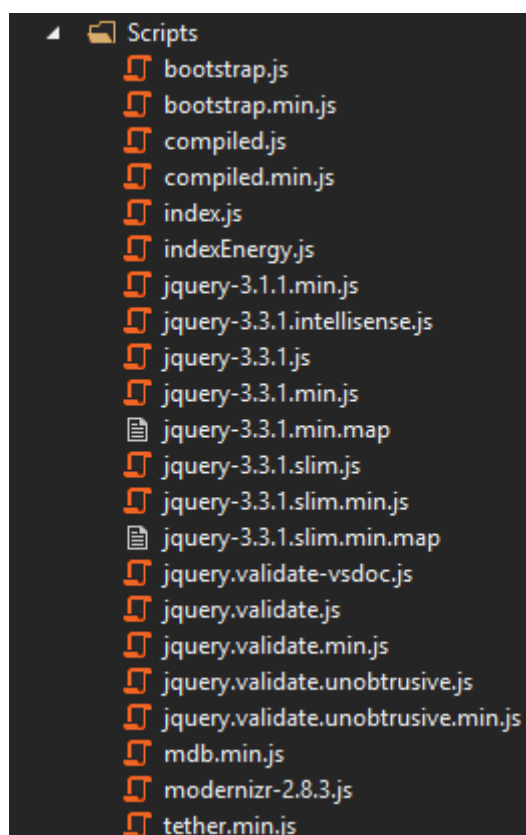


Рисунок 4.4 Модуль Scripts

Хоча робота додатку MVC управляється головним чином контролерами, але безпосередньо користувачеві додаток доступний у вигляді представлення, яке й

формує зовнішній вигляд програми. У ASP.NET MVC представлення - це файли з розширенням cshtml, які містять код призначеного для користувача інтерфейсу в основному на мові html.

У модулі Content (рисунок 4.5) містяться статичні файли, такі як файли css, зображення та файли піктограм. MVC 5 додаток включає bootstrap.css, bootstrap.min.css і Site.css за замовчуванням.

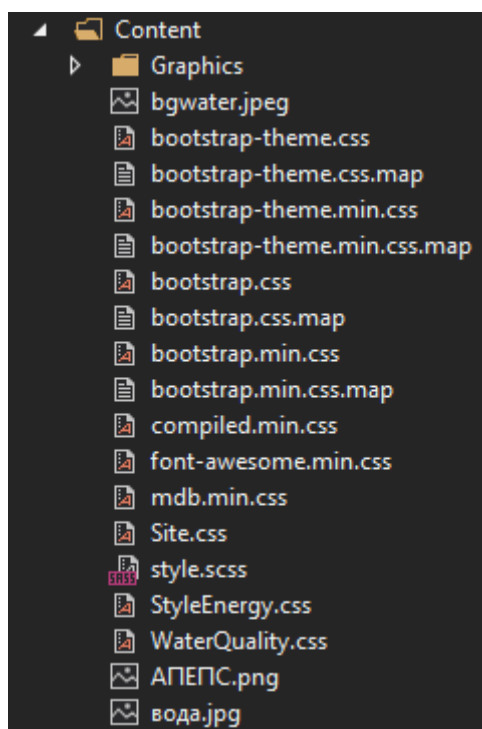


Рисунок 4.5 Модуль Content

Файл Web.config відповідає за конфігурацію програми.

4.2 Висновки до розділу

У цьому розділі розроблено програмне забезпечення для системи моніторингу забруднення водної акваторії в результаті аварій на енергетичних об'єктах.

Розроблений веб-застосунок дозволяє визначати рівень забруднення водних об'єктів, які знаходяться у зоні дії основних енергетичних об'єктів України. Система відображає динаміку змін концентрації кожної з речовин та розраховує розмір відшкодувань, за спричинені збитки екологічному стану водойм.

Даний програмний продукт є кросбраузерним та кросплатформенним, крім того, має зручний та інтерактивний користувацький інтерфейс.

5 РОБОТА КОРИСТУВАЧА З ПРОГРАМНОЮ СИСТЕМОЮ

Для роботи системи необхідно бути підключеним до мережі інтернет. Користувач потрапляє на стартову сторінку, з якої він може здійснити дії щодо моніторингу та перегляду інформації про необхідні йому енергетичні об'єкти.

5.1 Системні вимоги

Для забезпечення коректної та безвідмовної роботи інформаційної системи моніторингу забруднення водної акваторії персональний комп'ютер повинен мати процесор не гірше, ніж Intel ® Pentium ® / Celeron ® / Xeon™ або з тактовою частотою не менше 1,8 GHz або AMD 6 / Turion™ / Athlon™ / Duron™ / Sempron™ для користувачів процесорів від фірми AMD. Також комп'ютеру користувача повинно бути доступно не менше 1 Gb оперативної пам'яті та графічне ядро не гірше, ніж Intel ® HD Graphics 2000, що еквівалентно графічним картам з об'ємом пам'яті не менше, ніж 128 Mb.

На комп'ютері повинна бути встановлена система Windows 10, Windows 8, Windows 7, Windows XP або Windows Vista.

Також швидкість з'єднання з всесвітньою мережею Інтернет повинна бути не менше 128 кб/сек.

5.3 Робота користувача з програмним продуктом

Головна сторінка системи моніторингу забруднення водної акваторії в результаті аварій на енергетичних об'єктах має вигляд, відображений на рисунку 5.1.

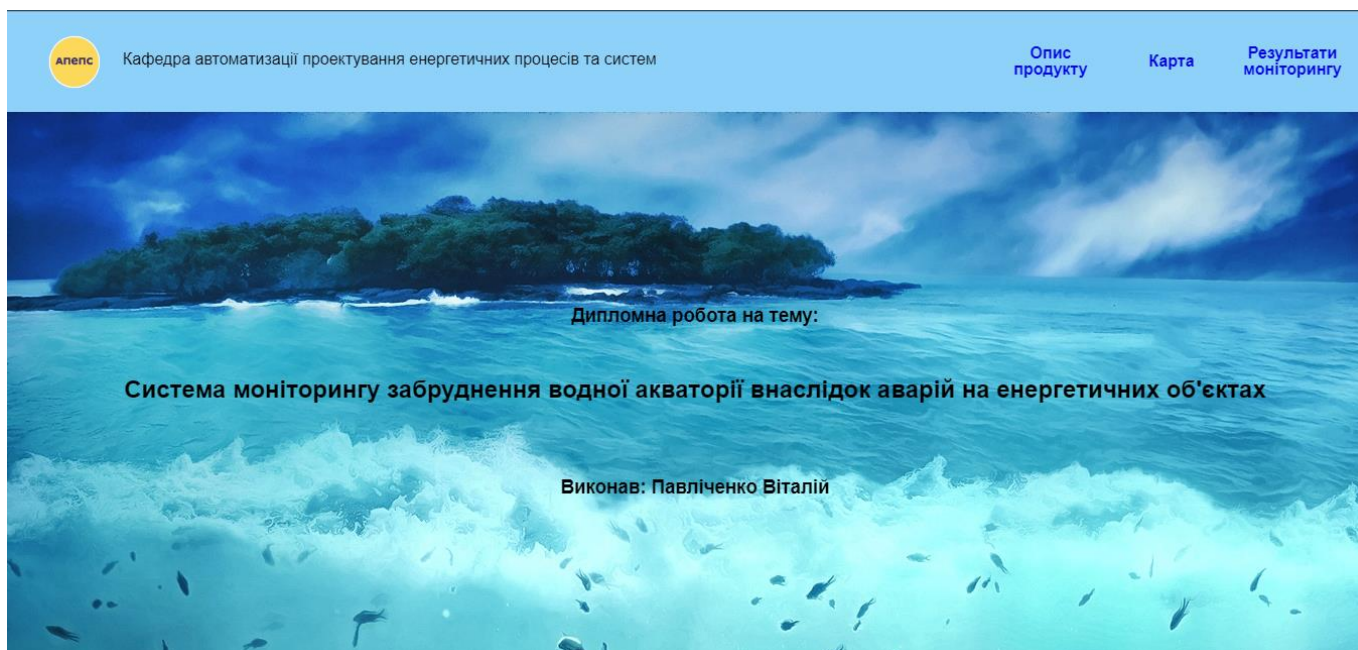


Рисунок 5.1 Головна сторінка системи

На головній сторінці відображено тему дипломної роботи та розміщено горизонтальне навігаційне меню. При натисканні на «Опис продукту» відкривається основна інформація про систему моніторингу, короткий опис теми та мети проекту (рисунок 5.2).

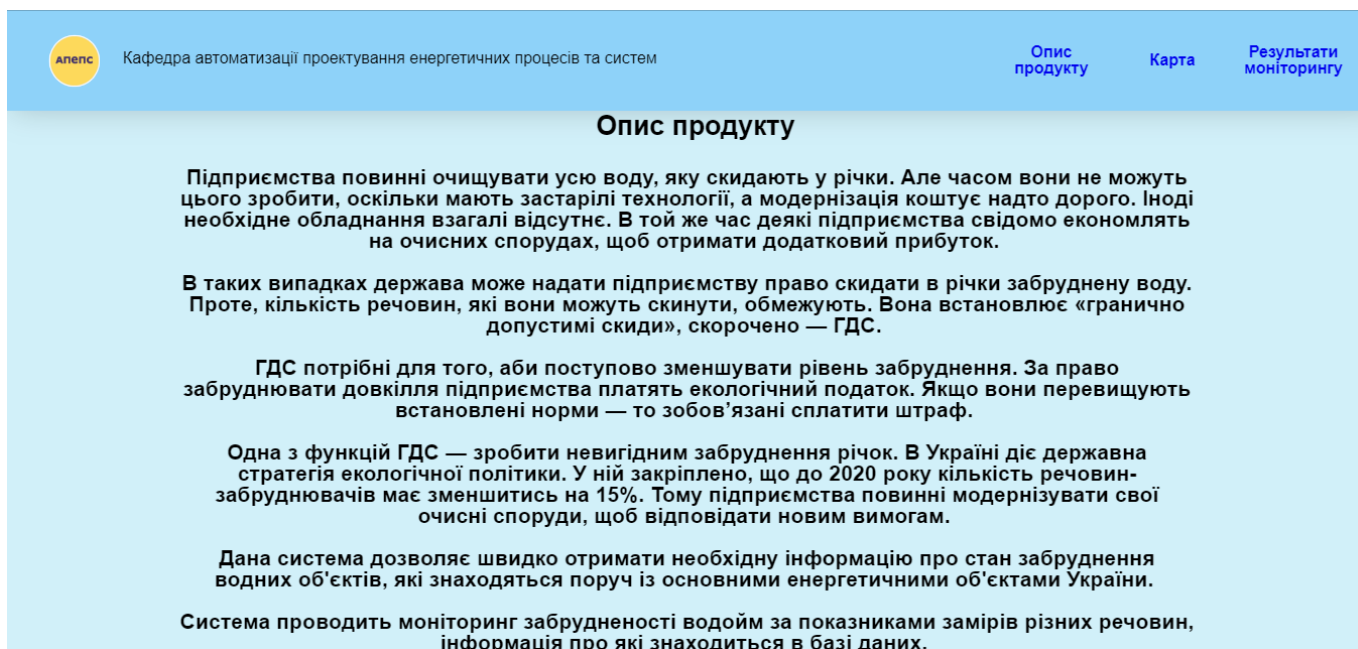
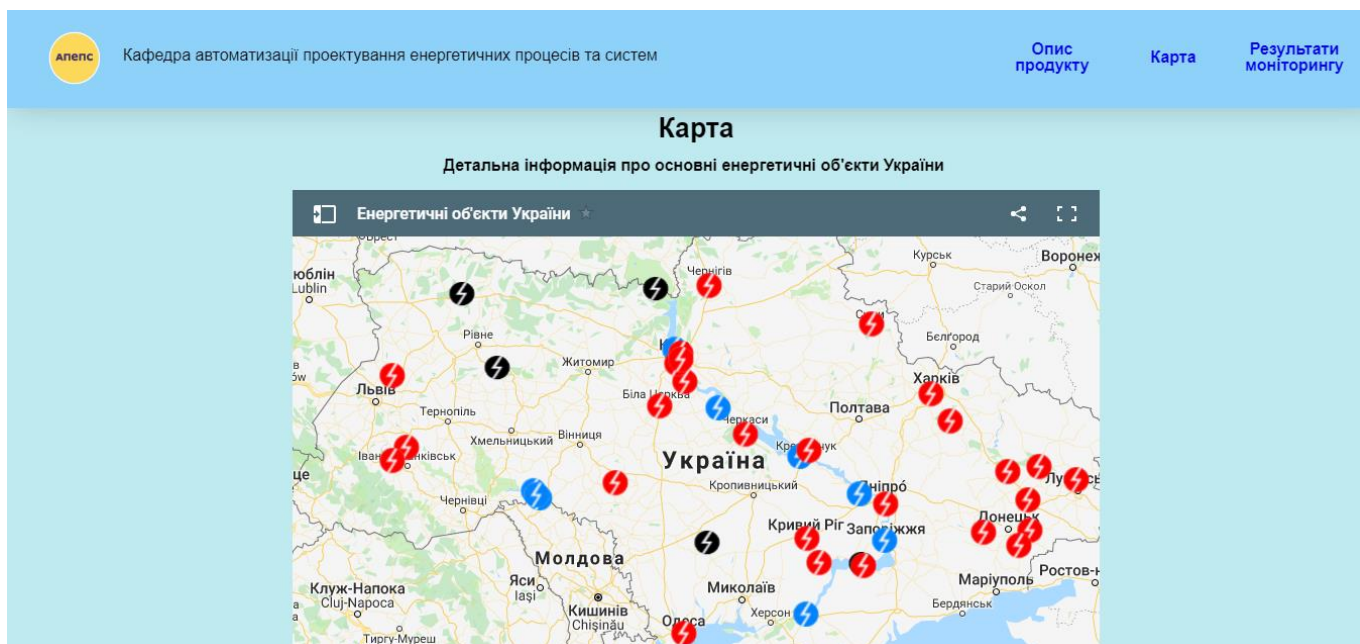


Рисунок 5.2 Опис програмного продукту

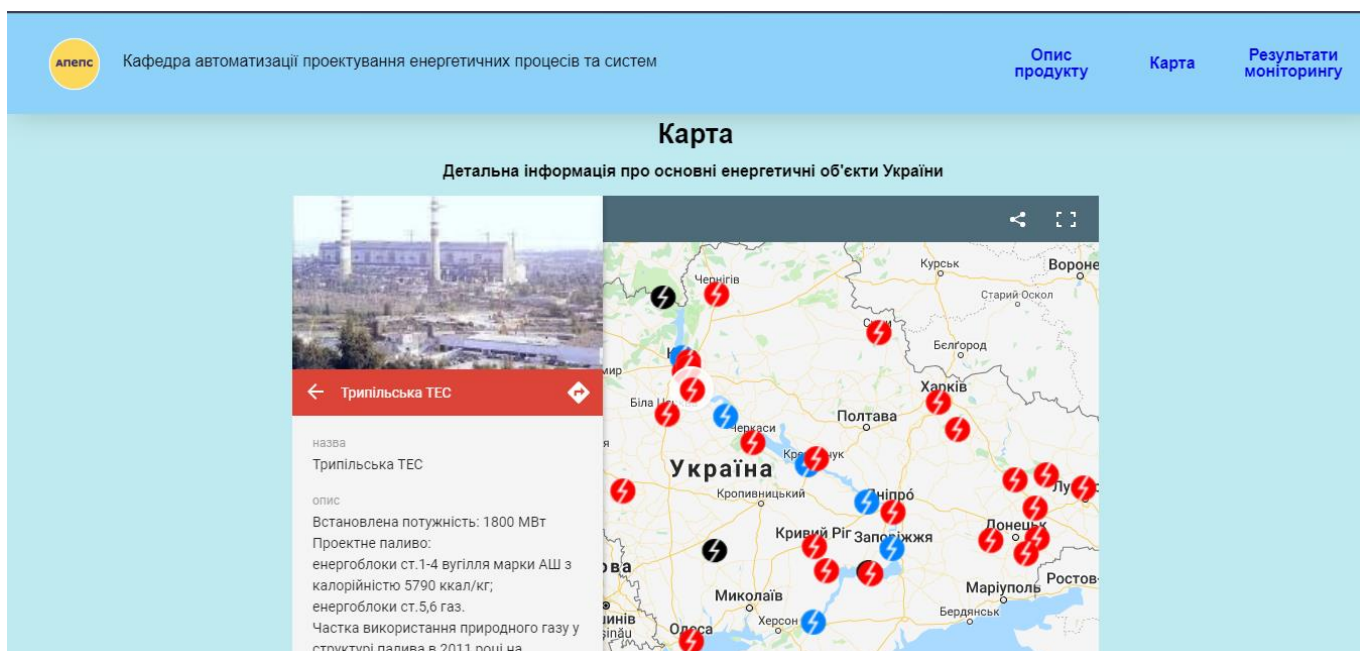
Наступним активним посиланням в меню є «Карта».

На даній карті, яка підключена до програми за допомогою Google web API, позначені всі енергетичні об'єкти, в зоні яких проводиться екологічний моніторинг забруднення водної акваторії, та основна інформація про них (рисуюнок 5.3).



Рисуюнок 5.3 Карта енергетичних об'єктів України

При натисканні на позначення підприємства, відкривається вікно з детальною інформацією про обраний об'єкт (рисуюнок 5.4).



Рисуюнок 5.4 Інформація про енергетичний об'єкт

Основний результат роботи програми відображено на вкладці «Результати

моніторингу». При переході на дану веб-сторінку з'являється карта та вертикальне меню усіх областей України (рисунок 5.5), по натисканні на кожну з яких, відображаються енергетичні об'єкти, які там знаходяться (рисунок 5.6).

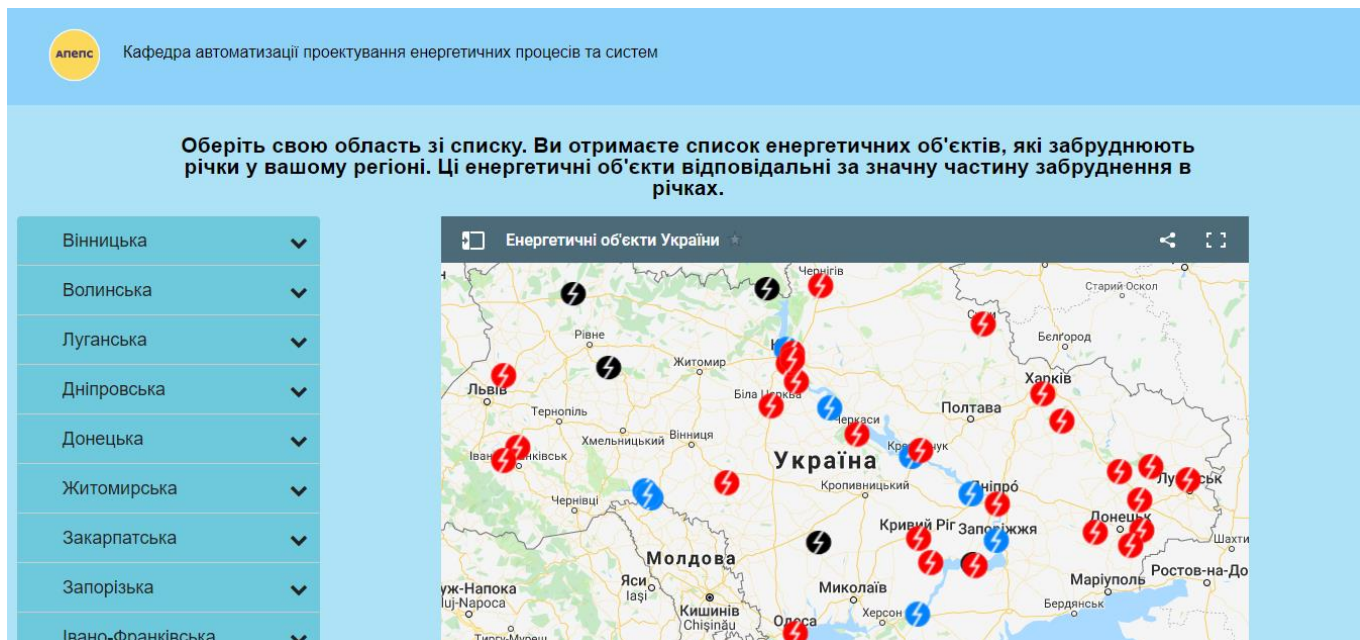


Рисунок 5.5 Відображення областей та карти

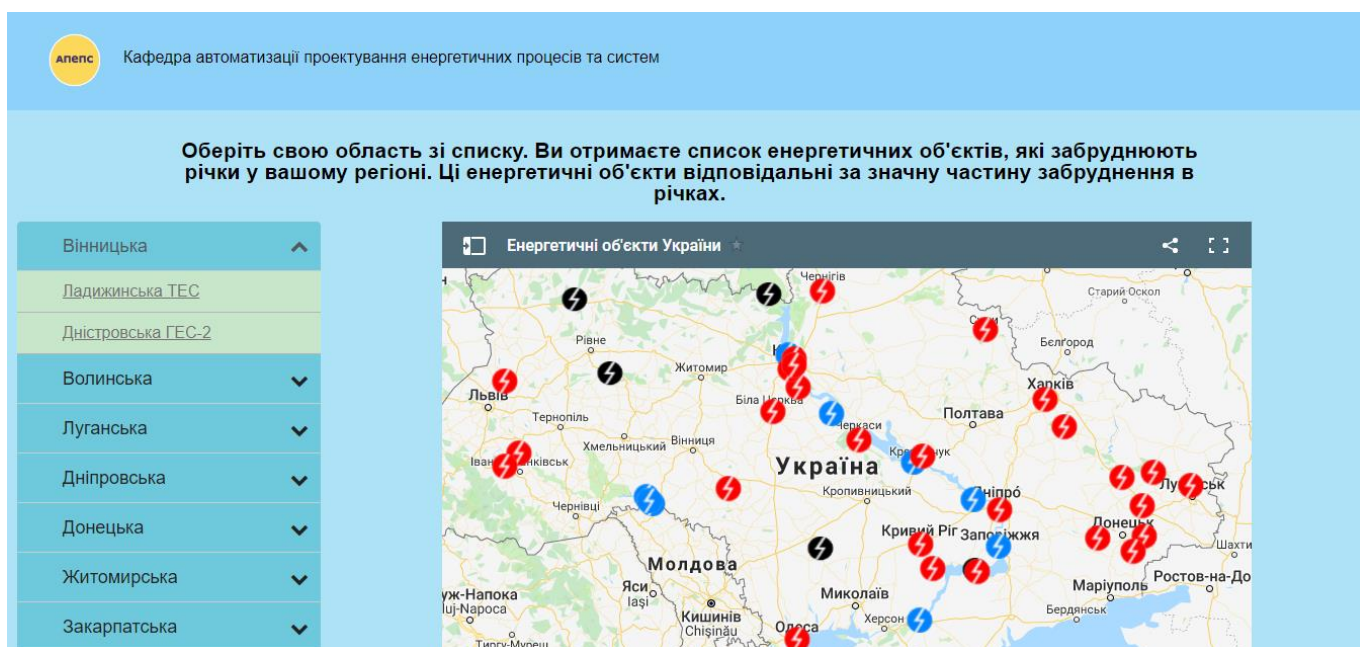


Рисунок 5.6 Відображення енергетичних об'єктів обраної області

При натисканні на назву енергетичного об'єкту спрацьовують запрограмовані функції та методи і відображають результат роботи у вигляді графіків динаміки змін

концентрації забруднюючих речовин та розрахунок відшкодування за завдані екологічні збитки (рисунок 5.7). Також залишається доступним вибір інших енергетичних об'єктів та можливість перейти на головну сторінку веб-застосунку по натисканню на логотип кафедри АПЕПС.

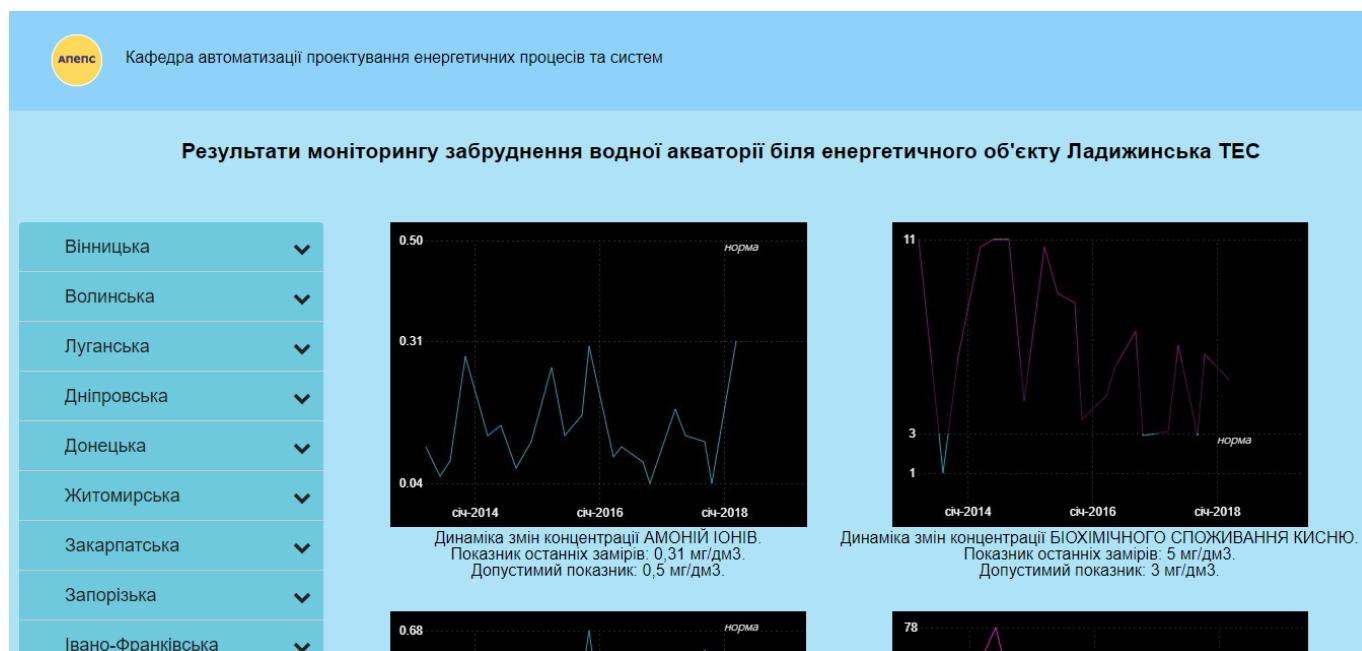


Рисунок 5.7 Результати роботи системи моніторингу

Для реалізації програмного застосунку було обрано веб-сервіси, тому що вони є найзручнішими у використанні. Тому для роботи з даним програмним забезпеченням необхідний комп'ютер середньої потужності, планшет або смартфон та доступ до мережі Інтернет.

5.3 Висновки до розділу

У п'ятому розділі було розглянуто роботу користувача з програмною системою. Описано покрокову інструкцію взаємодії з програмним продуктом та основний графічний інтерфейс застосунку.

ВИСНОВКИ

В ході виконання даної роботи було розроблено інформаційну систему для моніторингу забруднення водної акваторії в результаті аварій на енергетичних об'єктах.

Додаток було написано на мові програмування C# з використанням фреймворку ASP.NET MVC.

В ході роботи було проведено огляд та зроблено аналіз засобів, що були використані для створення даного програмного забезпечення (середовища розробки Visual Studio 2017, фреймворку ASP.NET MVC та відповідних бібліотек мови C#).

Створений веб-застосунок надає можливості:

- спостереження рівня забруднення водного середовища за хімічними, фізичними та гідробіологічними показниками;
- вивчення динаміки вмісту забруднюючих речовин біля енергетичних об'єктів;
- оцінювання стану якості води;
- отримання інформації про енергетичні об'єкти кожної з областей;
- визначення сумарного ефекту дії забруднюючих речовин;
- виявлення довгострокових змін, що відбуваються у водних об'єктах;
- побудову графіків динаміки змін забруднення водних об'єктів;
- визначення екологічного стану водних об'єктів;
- розрахунок відшкодування за завдані збитки водним об'єктам.

Використання клієнтського застосунка та веб-орієнтованість забезпечили високу доступність програмного засобу та можливість запровадити єдиний інтерфейс для взаємодії з продуктом, незалежно від операційної системи, встановленої на користувацькому пристрої та його програмному забезпеченні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Bartram, J. Water Quality Monitoring. / J. Bartram, R. Balance — London: E&FN Spon, 1996. — 400 с.
2. Злобін Ю. А. Основи екології / Злобін Ю. А. — К.: Лібра, 1998. — 218 с.
3. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: Навчальний посібник. / Джигирей В. С. — К.: Знання, 2006. — 319 с.
4. Караєва Н.В., Гончаренко В.В. Інформаційна система підтримки заходів забезпечення екологічної безпеки //Наука молода. $\frac{3}{4}$ 2008. $\frac{3}{4}$ №10. $\frac{3}{4}$ С.24-32.
5. Nikolay Golovanov Geometric Modeling: The mathematics of shapes / Nikolay Golovanov — Scottsdale: CreateSpace Independent Publishing Platform, 2014. — 348 с.
6. Свояк Н.І. Екологічне інспектування. — Черкаси: Вертикаль — 2008. — 464 с.
7. Satyan Devadoss Discrete and Computational Geometry / Satyan Devadoss, Joseph O'Rourke — Princeton University: Princeton University Press, 2011. — 280 с.
8. Караєва Н.В., Дергачева В.В., Комлик Д.М., Інформаційно-організаційні основи побудови системи моніторингу та ранжирування територій за рівнем сталого розвитку //Нові технології. — №1 (23) березень, 2009 р. — С.118-121.
9. Кукурудза С. І. Аналіз якості природних вод / С. І. Кукурудза , С. М. Турій —Львів.: Вид-во ЛДУ, 1994. — 37 с
10. Вишневський М. Збір за забруднення навколишнього природного середовища за скиди у водні джерела/ М. Вишневський // Податки та бухгалтерський облік. — 2010.— №28. — С. 28–31.
11. Геоінформаційні системи 2012 [Режим доступу: <http://www.gisinfo.ru>]
12. 20 років Чорнобильської катастрофи. Погляд у майбутнє: Національна доповідь України [Електронний ресурс] — К.: Атіка, 2006. — 224 с. — Режим доступу: http://www.mns.gov.ua/chornobyl/20_year/03/ n_report_UA.pdf .

13. Ковальчук І. Екологічний моніторинг регіону: експертна оцінка стану і функціонування : науково–навчальне видання / [за заг. ред. І. Ковальчука]. – Львів.: Опілля, 2009. – 607 с.
14. Daniel L. Ryan Computer-Aided Graphics and Design / Daniel L. Ryan — New York: CRC Press, 1994. — 280 с.
15. Мокін В. Б. Комп'ютеризовані регіональні системи державного моніторингу поверхневих вод: моделі, алгоритми, програми. / Мокін В. Б. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2005. – 315 с.
16. Ronald Goldman An Integrated Introduction to Computer Graphics and Geometric Modeling / Ronald Goldman — New York: CRC Press, 2009. — 574 с.
17. Дука А. П. Теорія та практика інвестиційної діяльності. Інвестування / А. П. Дука. – К. Каравелла, 2007. – 424 с.
18. Mark de Berg Computational Geometry: Algorithms and Applications / Mark de Berg, Otfried Cheong, Marc van Kreveld — Eindhoven: Springer, 2008. — 386 с.
19. Les A. Piegl, Wayne Tiller The NURBS Book / Les A. Piegl, Wayne Tiller — Tampa: Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 1997. — 646 с.
20. Sumanta Guha Computer Graphics Through OpenGL / Sumanta Guha — University of Michigan: A K Peters/CRC Press, 2014. — 951 с.
21. Alexey Boreskov Computer Graphics: From Pixels to Programmable Graphics Hardware / Alexey Boreskov, Evgeniy Shikin — Moscow: Chapman and Hall/CRC, 2013. — 568 с.
22. Steve Marschner Fundamentals of Computer Graphics / Steve Marschner, Peter Shirley — Cornell University: A K Peters/CRC Press, 2015. — 734 с.
23. Gerald Farin Curves and Surfaces for CAGD, Fifth Edition: A Practical Guide / Gerald Farin — Arizona State University: Morgan Kaufmann, 2002. — 520 с.

Додаток 1

Система моніторингу забруднення водної акваторії в результаті аварій на енергетичних об'єктах

Текст програмного модулю

УКР.НТУУ"КПІ" _ТЕФ_АПЕПС_ТМ51115_19Б

Аркушів 5

Київ 2019

```

@{
    Layout = "~/Views/_LayoutEnergy.cshtml";
}

<header>
    <nav>
        <div id="brand">

            <div id="logo">

                <a href='@Url.Action("Index", "Home")'>

                    <p><abbr title="Перейти на головну"><img
src='@Url.Content("~/Content/АПЕПС.png")' width="55" height="55" alt="Головна"
/></abbr></p>

                    </a>
                </div>
                <div id="word-mark">
                    <a>Кафедра автоматизації проектування енергетичних процесів та
систем</a>
                </div>
            </div>
        </nav>
    </header>

<div id="center-text">

    <a style="
position:absolute;
top:130px;
left:170px;
right:170px;
text-align: center;
font-weight: bold;
font-family: sans-serif;
font-size: 16pt;
">
        Оберіть свою область зі списку. Ви отримаєте список енергетичних об'єктів,
які забруднюють
        річки у вашому регіоні. Ці енергетичні об'єкти відповідальні за значну
частину забруднення в річках.
    </a>

    <ul class="accordion-menu">
        <li>
            <div class="dropdownlink">
                <i aria-hidden="true"></i> Вінницька
                <i class="fa fa-chevron-down" aria-hidden="true"></i>
            </div>
            <ul class="submenuItems">
                <li><a href='@Url.Action("WaterQuality", "Home")'>Ладизинська
ТЕС</a></li>
                <li><a href="#">Дністровська ГЕС-2</a></li>
                <li><a href="#">History book 3</a></li>*@
            </ul>
        </li>
        <li>
            <div class="dropdownlink">

```



```

        <i aria-hidden="true"></i> Волинська
        <i class="fa fa-chevron-down" aria-hidden="true"></i>
    </div>
    <ul class="submenuItems">
        <li><a href="#">Енергетичні об'єкти відсутні</a></li>
        @*<li><a href="#">Fiction book 2</a></li>
        <li><a href="#">Fiction book 3</a></li>*&
    </ul>
</li>
<li>
    <div class="dropdownlink">
        <i aria-hidden="true"></i> Луганська
        <i class="fa fa-chevron-down" aria-hidden="true"></i>
    </div>
    <ul class="submenuItems">
        <li><a href="#">Луганська ТЕС</a></li>
        <li><a href="#">Северодонецька ТЕЦ</a></li>
        @*<li><a href="#">Fantasy book 3</a></li>*&
    </ul>
</li>
<li>
    <div class="dropdownlink">
        <i aria-hidden="true"></i> Дніпровська
        <i class="fa fa-chevron-down" aria-hidden="true"></i>
    </div>
    <ul class="submenuItems">
        <li><a href="#">Придніпровська ТЕС</a></li>
        <li><a href="#">Середньодніпровська ГЕС</a></li>
        <li><a href="#">Криворізька ТЕЦ</a></li>
        <li><a href="#">Криворізька ТЕС</a></li>
    </ul>
</li>
<li>
    <div class="dropdownlink">
        <i aria-hidden="true"></i> Донецька
        <i class="fa fa-chevron-down" aria-hidden="true"></i>
    </div>
    <ul class="submenuItems">
        <li><a href="#">Слов'янська ТЕС</a></li>
        <li><a href="#">Вуглегірська ТЕС</a></li>
        <li><a href="#">Зуївська ТЕС</a></li>
        <li><a href="#">Курахівська ТЕС</a></li>
        <li><a href="#">Старобешівська ТЕС</a></li>
    </ul>
</li>
<li>
    <div class="dropdownlink">
        <i aria-hidden="true"></i> Житомирська
        <i class="fa fa-chevron-down" aria-hidden="true"></i>
    </div>
    <ul class="submenuItems">
        <li><a href="#">Енергетичні об'єкти відсутні</a></li>
    </ul>
</li>
<li>
    <div class="dropdownlink">
        <i aria-hidden="true"></i> Закарпатська
        <i class="fa fa-chevron-down" aria-hidden="true"></i>
    </div>
    <ul class="submenuItems">
        <li><a href="#">Енергетичні об'єкти відсутні</a></li>
    </ul>
</li>

```

```

        @*<li><a href="#">Action book 2</a></li>
        <li><a href="#">Action book 3</a></li>*@
    </ul>
</li>
<li>
    <div class="dropdownlink">
        <i aria-hidden="true"></i> Запорізька
        <i class="fa fa-chevron-down" aria-hidden="true"></i>
    </div>
    <ul class="submenuItems">
        <li><a href="#">Дніпровська ГЕС</a></li>
        <li><a href="#">Запорізька ТЕС</a></li>
        <li><a href="#">Запорізька АЕС</a></li>
    </ul>
</li>
<li>
    <div class="dropdownlink">
        <i aria-hidden="true"></i> Івано-Франківська
        <i class="fa fa-chevron-down" aria-hidden="true"></i>
    </div>
    <ul class="submenuItems">
        <li><a href="#">Бурштинська ТЕС</a></li>
        <li><a href="#">Калуська ТЕЦ</a></li>
        @*<li><a href="#">Action book 3</a></li>*@
    </ul>
</li>
<li>
    <div class="dropdownlink">
        <i aria-hidden="true"></i> Київ
        <i class="fa fa-chevron-down" aria-hidden="true"></i>
    </div>
    <ul class="submenuItems">
        <li><a href="#">Київська ТЕЦ-5</a></li>
        <li><a href="#">Дарницька ТЕЦ</a></li>
        <li><a href="#">Київська ТЕЦ-6</a></li>
    </ul>
</li>
<li>
    <div class="dropdownlink">
        <i aria-hidden="true"></i> Київська
        <i class="fa fa-chevron-down" aria-hidden="true"></i>
    </div>
    <ul class="submenuItems">
        <li><a href="#">Київська ГЕС</a></li>
        <li><a href="#">Трипільська ТЕС</a></li>
        <li><a href="#">Білоцерківська ТЕЦ</a></li>
        <li><a href="#">Чорнобильська АЕС</a></li>
    </ul>
</li>
<li>
    <div class="dropdownlink">
        <i aria-hidden="true"></i> Кропивницька
        <i class="fa fa-chevron-down" aria-hidden="true"></i>
    </div>
    <ul class="submenuItems">
        <li><a href="#">Кременчуцька ГЕС</a></li>
        @*<li><a href="#">Action book 2</a></li>
        <li><a href="#">Action book 3</a></li>*@
    </ul>
</li>
<li>
    <div class="dropdownlink">

```

```

        <i aria-hidden="true"></i> АР Крим
        <i class="fa fa-chevron-down" aria-hidden="true"></i>
    </div>
    <ul class="submenuItems">
        <li><a href="#">Севастопольська ТЕЦ</a></li>
        <li><a href="#">Сімферопольська ТЕЦ</a></li>
        @*<li><a href="#">Action book 3</a></li>*@
    </ul>
</li>
<li>
    <div class="dropdownlink">
        <i aria-hidden="true"></i> Львівська
        <i class="fa fa-chevron-down" aria-hidden="true"></i>
    </div>
    <ul class="submenuItems">
        <li><a href="#">Доброутвірська ТЕЦ</a></li>
        @*<li><a href="#">Action book 2</a></li>
        <li><a href="#">Action book 3</a></li>*@
    </ul>
</li>
<li>
    <div class="dropdownlink">
        <i aria-hidden="true"></i> Миколаївська
        <i class="fa fa-chevron-down" aria-hidden="true"></i>
    </div>
    <ul class="submenuItems">
        <li><a href="#">Південно-Українська АЕС</a></li>
        @*<li><a href="#">Action book 2</a></li>
        <li><a href="#">Action book 3</a></li>*@
    </ul>
</li>
<li>
    <div class="dropdownlink">
        <i aria-hidden="true"></i> Одеська
        <i class="fa fa-chevron-down" aria-hidden="true"></i>
    </div>
    <ul class="submenuItems">
        <li><a href="#">Одеська ТЕЦ</a></li>
        @*<li><a href="#">Action book 2</a></li>
        <li><a href="#">Action book 3</a></li>*@
    </ul>
</li>
<li>
    <div class="dropdownlink">
        <i aria-hidden="true"></i> Полтавська
        <i class="fa fa-chevron-down" aria-hidden="true"></i>
    </div>
    <ul class="submenuItems">
        <li><a href="#">Кременчуцька ТЕЦ</a></li>
        @*<li><a href="#">Action book 2</a></li>
        <li><a href="#">Action book 3</a></li>*@
    </ul>
</li>
<li>
    <div class="dropdownlink">
        <i aria-hidden="true"></i> Рівненська
        <i class="fa fa-chevron-down" aria-hidden="true"></i>
    </div>
    <ul class="submenuItems">
        <li><a href="#">Рівненська АЕС</a></li>
        @*<li><a href="#">Action book 2</a></li>
        <li><a href="#">Action book 3</a></li>*@
    </ul>

```

```

        </ul>
    </li>

    <div id="map">
        <iframe
src="https://www.google.com/maps/d/embed?mid=1ZbK26OdnW7ZXIZG_XPIQ9mWHV1YAABxO"
width="800" height="600"></iframe>
    </div>

</div>

function update(initial) {
    if (initial) {
        addInitialStations();
    }
    addCurvesAndPoints();
    triangles = makeTriangulation();
    createSurface();
}

function addCurvesAndPoints() {
    for (var i = 0; i < stations.length; i++) {
        addPointsToSceneColored(
            [stations[i].coordinates],
            0xff0000
        );
        itemsToRemove.push(
            scene.children[
                scene.children.length - 1
            ]
        );
        var powerLine = new verb.geom.Line(
            stations[i].coordinates,
            [
                stations[i].coordinates[0],
                stations[i].coordinates[1], stations[i].power
            ]
        );
        addCurveToScene(
            powerLine.toThreeGeometry(),
            lineMat
        );
        itemsToRemove.push(
            scene.children[
                scene.children.length - 1
            ]
        );
    }
}

function Station (coordinates, power) {
    this.coordinates = coordinates;
    this.power = power;
    this.resultCoordinates = [
        coordinates[0],
        coordinates[1],
        power
    ];
}

```

Додаток 2

Система моніторингу забруднення водної акваторії в результаті аварій на енергетичних об'єктах

Специфікація

УКР.НТУУ"КПІ"_ТЕФ_АПЕПС_ТМ51115_19Б

Аркушів 1

Позначення	Найменування	Відмітки
Документація		
УКР.НТУУ"КПІ"_ТЕФ_АПЕ ПС_ТМ51115_19Б	Записка.docx	Пояснювальна записка
Компоненти		
УКР.НТУУ"КПІ"_ТЕФ_АПЕ ПС_ТМ51115_19Б	WaterPollutionMonitoring.sln WPM.dbs	Основні компоненти